

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/019662

International filing date: 21 December 2004 (21.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-002259  
Filing date: 07 January 2004 (07.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

21.12.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

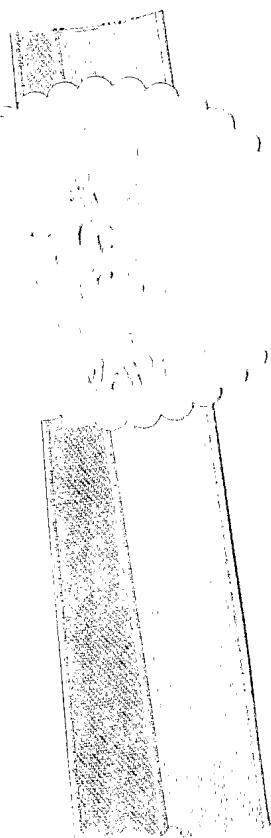
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2004年 1月 7日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-002259  
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2004-002259]

出願人 ローム株式会社  
Applicant(s):

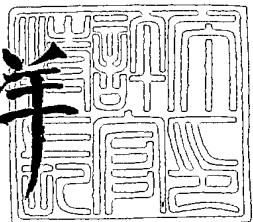


2005年 1月 28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川

洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PR3-00420  
【提出日】 平成16年 1月 7日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/265  
【発明者】  
【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内  
【氏名】 三浦 峰生  
【特許出願人】  
【識別番号】 000116024  
【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地  
【氏名又は名称】 ローム株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100087701  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 稲岡 耕作  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100101328  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 川崎 実夫  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 011028  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9401527

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

炭化シリコン半導体基板の表面に不純物領域を形成して半導体装置を製造する方法であつて、

不純物元素が選択的にイオン注入された炭化シリコン半導体の表面にカーボン製の発熱部材を接触させる発熱部材接触工程と、

上記発熱部材が炭化シリコン半導体の表面に接触した状態で、その炭化シリコン半導体を熱処理する熱処理工程と  
を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

**【請求項 2】**

カーボン製のサセプタに炭化シリコン半導体基板をその裏面を接触させた状態で保持させる基板保持工程をさらに含み、

上記発熱部材接触工程は、上記サセプタに保持された炭化シリコン半導体基板の表面に上記発熱部材を接触させる工程であり、

上記熱処理工程は、高周波誘導加熱によって上記サセプタおよび発熱部材を発熱させることによって熱処理を達成する工程であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 3】**

上記発熱部材接触工程は、上記発熱部材としてのカーボン製のサセプタに炭化シリコン半導体基板をその表面を接触させて保持させる工程であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体装置の製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、炭化シリコン半導体基板を用いた半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

炭化シリコン（SiC）半導体基板を用いた半導体装置の製造工程では、イオン注入およびこれに引き続いてアニール（熱処理）が行われることにより、SiC半導体基板の表面に不純物領域が形成される。

イオン注入後のアニールは、たとえば、石英チューブ内に配置されたグラファイト製のサセプタ上に、イオン注入後のSiC半導体基板をその表面（デバイス形成面）を上に向けて載置し、この状態で、石英チューブの外表面に巻回されたコイルに高周波電力を供給して、サセプタを高周波誘導加熱（発熱）させることによって達成される。アニール時のサセプタの温度は1600～1800℃であり、この高温のサセプタからの受熱によって、SiC半導体基板の表面に注入されたイオン（不純物）が活性化する。

【特許文献1】特開2001-68428号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところが、上述のようなアニールの手法では、SiC半導体基板の表面のSi原子が昇華によって雰囲気中に抜け、また、SiC半導体基板の表面でSi原子またはC原子のマイグレーションが起こり、その結果、SiCの結晶構造が変化して、SiC半導体基板の表面が荒れてしまうという問題があった。

また、他の先行技術として、サセプタ上に載置されたSiC半導体基板の表面にSiC製のキャップを接触させて、そのキャップでSiC半導体基板の表面を覆った状態で、SiC半導体基板のアニールを行う手法があるが、この手法においても、SiC半導体基板に表面荒れを生じるおそれがあった。すなわち、SiC半導体基板の表面にSiC製キャップが接触している場合、Si原子の昇華は高温側で生じるので、SiC半導体基板がSiC製キャップよりも高温であれば、SiC半導体基板の表面のSi原子が昇華して、その表面におけるSiC結晶構造が変化してしまう。また、高温側から昇華したSi原子は低温側へ移るので、SiC製キャップがSiC半導体基板よりも高温の場合には、SiC製キャップからSi原子が昇華し、その昇華したSi原子がSiC半導体基板の表面に付着してしまう。したがって、SiC半導体基板とSiC製キャップとのどちらが高温であっても、SiC半導体基板の表面が荒れるおそれがある。

【0004】

さらに、上記特許文献1では、SiC半導体基板の表面に保護膜を形成して、アニールを行うことにより、そのアニール時におけるSiC半導体基板の表面荒れやSiC半導体基板の表面から不純物（ボロン）原子の拡散を防止する提案がなされている。しかしながら、この特許文献1の提案に係る手法では、アニール後にプラズマエッチングなどによって保護膜を除去しなければならず、製造工程数が増加し、製造コストもアップするため、好ましい手法とは言えない。

【0005】

そこで、この発明の目的は、製造工程数の増加などを伴うことなく、アニールによるSiC半導体基板の表面荒れを防止できる半導体装置の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するための請求項1記載の発明は、炭化シリコン半導体基板（1）の表面（1a）に不純物領域を形成して半導体装置を製造する方法であって、不純物元素が選択的にイオン注入された炭化シリコン半導体の表面にカーボン製の発熱部材（3；23

) を接触させる発熱部材接触工程と、上記発熱部材が炭化シリコン半導体の表面に接触した状態で、その炭化シリコン半導体を熱処理する熱処理工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

#### 【0007】

なお、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

請求項1記載の方法によれば、SiC半導体基板の表面に発熱部材が接触した状態で熱処理(アニール)が行われる。

この熱処理時において、発熱部材がSiC半導体基板よりも高温であれば、SiC半導体基板の表面から発熱部材へのSi原子の昇華は起こらない。また、発熱部材を構成しているカーボンは3000°C超まで融けないので、比較的高温(1600~1800°C)のアニールが行われても、発熱部材からカーボンが溶融または昇華することなく、発熱部材のカーボンがSiC半導体基板の表面に付着することもない。さらに、熱処理時間を短時間にすれば、SiC半導体基板の表面でSi原子またはC原子のマイグレーションが起こることも防止できる。よって、上記の方法によれば、製造工程の増加などを伴うことなく、SiC半導体基板の表面が荒れるのを防止することができる。

#### 【0008】

なお、請求項2に記載のように、上記半導体装置の製造方法は、カーボン製のサセプタ(23)に炭化シリコン半導体基板をその裏面を接触させた状態で保持させる基板保持工程をさらに含み、上記発熱部材接触工程は、上記サセプタに保持された炭化シリコン半導体基板の表面に上記発熱部材(3)を接触させる工程であり、上記熱処理工程は、高周波誘導加熱によって上記サセプタおよび発熱部材を発熱させることによって熱処理を達成する工程であってもよい。

#### 【0009】

また、請求項3に記載のように、上記発熱部材接触工程は、上記発熱部材としてのサセプタの保持台に炭化シリコン半導体基板をその表面を接触させて保持させる工程であってもよい。この場合、上記サセプタは、高周波誘導加熱によって発熱するものであってもよいし、ヒータなどの発熱体を内蔵したヒータ内蔵サセプタであってもよい。

さらにまた、上記サセプタは、高純度カーボンCVDなどにより表面コーティングされていることが好ましい。この構成によれば、炭化シリコン半導体基板とサセプタとの密着性の向上を図ることができるとともに、不純物による炭化シリコン半導体基板の汚染をより良好に防止することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0010】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図1は、この発明の一実施形態にかかる半導体装置の製造方法に含まれる工程の流れを示すフローチャートである。また、図2は、その製造方法を説明するための概念的な断面図である。

この製造方法は、SiC半導体基板1の表面(デバイス形成面)1aに不純物領域を形成する方法であり、不純物元素がイオン注入されたSiC半導体基板1をアニール(熱処理)するための高周波誘導加熱炉2を用いて実施される。

#### 【0011】

高周波誘導加熱炉2は、図2に示すように、円筒状周面を有する石英チューブ21と、この石英チューブ21の外周面に巻回された高周波誘導加熱用コイル22と、グラファイトなどのカーボンで構成された複数のサセプタ23とを備えている。石英チューブ21は、その中心軸線がほぼ鉛直な方向に延びるように配置されている。複数のサセプタ23は、互いに所定間隔を空けて上下に積層した状態でサセプタ支持軸24に取り付けられており、このサセプタ支持軸24を石英チューブ21に対して昇降させることによって、石英チューブ21内に収容したり、石英チューブ21外に脱出させたりすることができる。

#### 【0012】

SiC半導体基板1の表面1aに不純物元素（たとえば、リンやボロンなど）が選択的にイオン注入された後（ステップS1）、そのSiC半導体基板1が高周波誘導加熱炉2に搬入される（ステップS2）。SiC半導体基板1の搬入前には、複数のサセプタ23が石英チューブ21外に脱出している。高周波誘導加熱炉2に搬入されたSiC半導体基板1は、その表面を上方に向けた状態でサセプタ23の上面23aに載置される。

#### 【0013】

この後、サセプタ23に保持（載置）されたSiC半導体基板1上に、カーボン製の発熱部材（C発熱部材）3が配置される（ステップS3）。C発熱部材3は、少なくとも一方面3aが平面に形成されていて、その平面3aがSiC半導体基板1の表面1aに面接触するように配置される。これにより、SiC半導体基板1の裏面がサセプタ23の上面23aに面接触し、C発熱部材3の平面3aがSiC半導体基板1の表面1aに面接触した状態になる。

#### 【0014】

こうして、各サセプタ23にSiC半導体基板1が保持され、各SiC半導体基板1の表面1aにC発熱部材3が面接触された後、サセプタ支持軸24が石英チューブ21に対して上昇されて、複数のサセプタ23にそれぞれ保持されたSiC半導体基板1が石英チューブ21内に収容される。そして、石英チューブ21内に窒素ガスまたはアルゴンガスなどの不活性ガスが導入されるとともに、高周波誘導加熱用コイル22に高周波電力が供給されて、不活性ガス雰囲気下で複数のSiC半導体基板1に対するアニールが行われる（ステップS4）。

#### 【0015】

高周波誘導加熱用コイル22に高周波電力が供給されると、石英チューブ21内に磁界が発生し、この磁界によってカーボン製のサセプタ23およびC発熱部材3内に誘導電流（渦電流）が流れて、サセプタ23およびC発熱部材3が発熱する。サセプタ23およびC発熱部材3の発熱温度は1600～1800℃に達し、これにより、SiC半導体基板1の高温アニールが達成される（ステップS4）。すなわち、SiC半導体基板1の表裏面にそれぞれ接触しているサセプタ23およびC発熱部材3が1600～1800℃の高温に高周波誘導加熱され、これらのサセプタ23およびC発熱部材3からの受熱によって、SiC半導体基板1の表面1aに注入された不純物元素が活性化する。

#### 【0016】

このとき、SiC半導体基板1の表面1aに接触しているC発熱部材3がSiC半導体基板1よりも高温であるから、SiC半導体基板1の表面1aからC発熱部材3へのSi原子の昇華は起こらない。また、C発熱部材3を構成しているカーボンは3000℃超まで融けないので、1600～1800℃の温度下では、C発熱部材3からカーボン（C）が溶融または昇華することができなく、C発熱部材3のカーボンがSiC半導体基板1の表面1aに付着することもない。

#### 【0017】

SiC半導体基板1のアニールは、所定の短時間（たとえば、1秒間～10分間）にわたって行われる。アニール後のSiC半導体基板1は、サセプタ支持軸24が石英チューブ21に対して下降されることにより、石英チューブ21外に脱出されて、その表面上のC発熱部材3が離間された後（ステップS5）、高周波誘導加熱炉2（サセプタ23上）から搬出されていく。

#### 【0018】

以上のように、SiC半導体基板1の表面1aにC発熱部材3が接触した状態でアニールが行われることにより、SiC半導体基板1の表面1aからのSi原子の昇華が防止される。また、C発熱部材3からSiC半導体基板1の表面1aへのカーボンの付着もない。さらには、アニール時間が短時間であるから、SiC半導体基板1の表面1aでSi原子またはC原子のマイグレーションが起こることもない。よって、この実施形態にかかる方法によれば、製造工程の増加などを伴うことなく、SiC半導体基板1の表面1aが荒れるのを防止することができる。

## 【0019】

なお、この実施形態では、不活性ガス雰囲気下でSiC半導体基板1のアニールが行われるとしたが、アニール時に石英チューブ21内の雰囲気がバキュームされて、真空下（ほぼ真空の状態下を含む。）でSiC半導体基板1のアニールが行われてもよい。

また、サセプタ23は、高純度カーボンCVDなどによって表面コーティングされていることが好ましい。この場合には、SiC半導体基板1とサセプタ23との密着性の向上を図ることができるとともに、不純物によるSiC半導体基板1の汚染を一層防止することができる。

## 【0020】

図3は、この発明の他の実施形態にかかる製造方法を説明するための概念的な断面図である。この実施形態にかかる製造方法では、SiC半導体基板1がその表面1aを下方に向けてサセプタ23の上面23aに載置されて、不活性ガス雰囲気下または真空下でSiC半導体基板のアニールが行われる。

この実施形態にかかる方法によっても、製造工程の増加などを伴うことなく、SiC半導体基板1の表面1aが荒れるのを抑制することができる。すなわち、アニール時、SiC半導体基板1の表面1aに接触しているサセプタ23はSiC半導体基板1よりも高温であるから、SiC半導体基板1の表面1aからサセプタ23へのSi原子の昇華は起こらない。また、サセプタ23を構成しているカーボンは3000°C超まで融けないので、1600~1800°Cの温度下では、サセプタ23からカーボンが溶融または昇華することなく、サセプタ23のカーボンがSiC半導体基板1の表面1aに付着することもない。さらに、アニール時間を短時間（たとえば、1秒間~10分間）にすることで、SiC半導体基板1の表面1aでのSi原子またはC原子のマイグレーションも防止できる。よって、この実施形態にかかるアニールの手法によれば、SiC半導体基板1の表面1aが荒れるおそれがない。

## 【0021】

さらにまた、サセプタ23が高純度カーボンCVDなどによって表面コーティングされている場合には、SiC半導体基板1とサセプタ23との密着性の向上を図ることができるとともに、不純物によるSiC半導体基板1の汚染を一層防止することができる。

以上、この発明の2つの実施形態を説明したが、この発明はさらに他の形態で実施することもできる。たとえば、上記の各実施形態では、高周波誘導加熱炉2を用いてSiC半導体基板1のアニールを実施する場合を例にとったが、SiC半導体基板1を載置するためのカーボン製のヒータ内蔵サセプタを有するアニール装置が用いられて、そのヒータ内蔵サセプタの載置面にSiC半導体基板1の表面1aを接触させた状態で、ヒータ内蔵サセプタに内蔵されたヒータを発熱させることによってアニールが達成されてもよい。また、高周波誘導加熱以外の加熱方法によって加熱されるサセプタを有するアニール装置が用いられて、そのサセプタの保持面にSiC半導体基板1の表面1aを接触させた状態で、基板保持台を加熱することによってアニールが達成されてもよい。

## 【0022】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

【図1】この発明の一実施形態にかかる半導体装置の製造方法に含まれる工程の流れを示すフローチャートである。

【図2】この発明の一実施形態にかかる半導体装置の製造方法を説明するための概念的な断面図である。

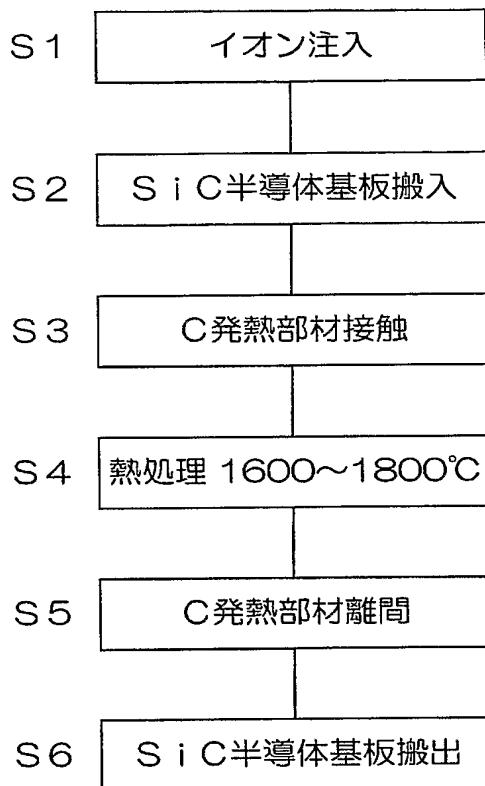
【図3】この発明の他の実施形態にかかる製造方法を説明するための概念的な断面図である。

## 【符号の説明】

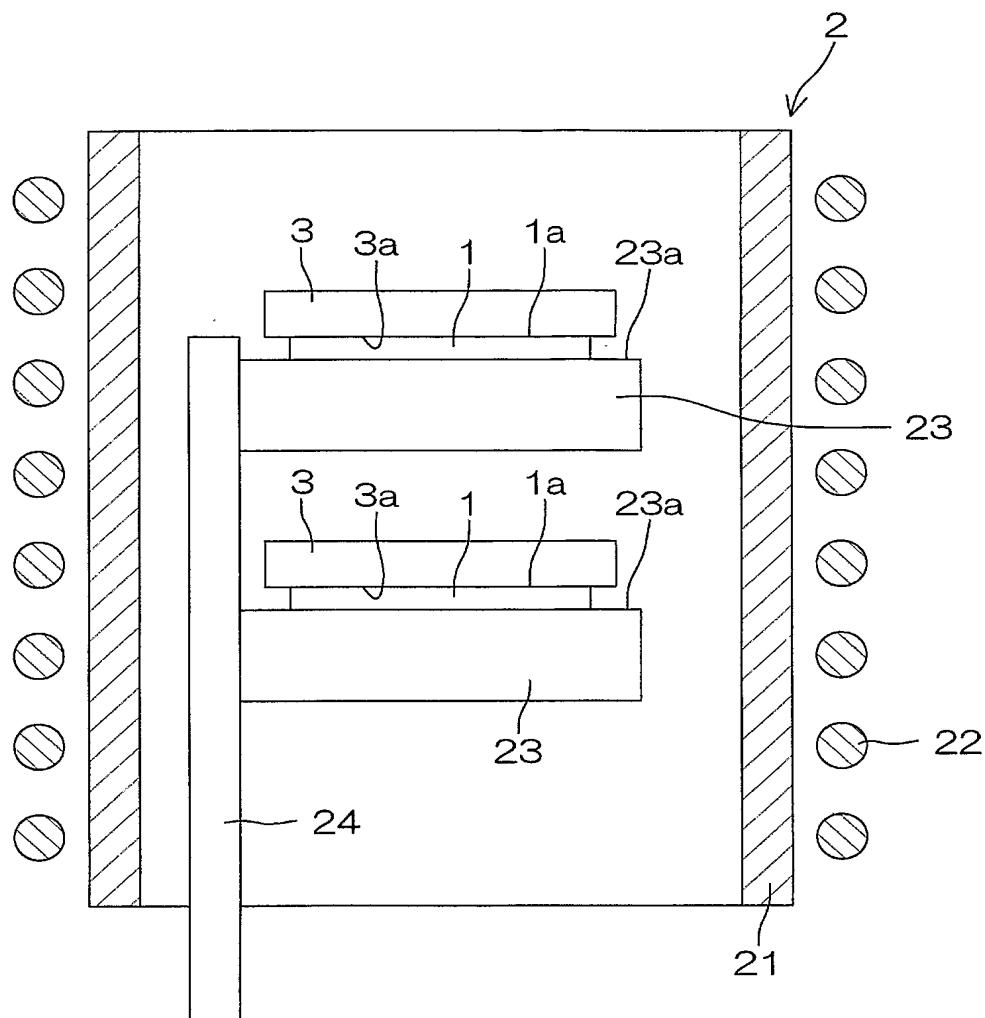
## 【0024】

- 1 SiC半導体基板
- 1 a SiC半導体基板の表面
- 3 C発熱部材
- 2 3 サセプタ

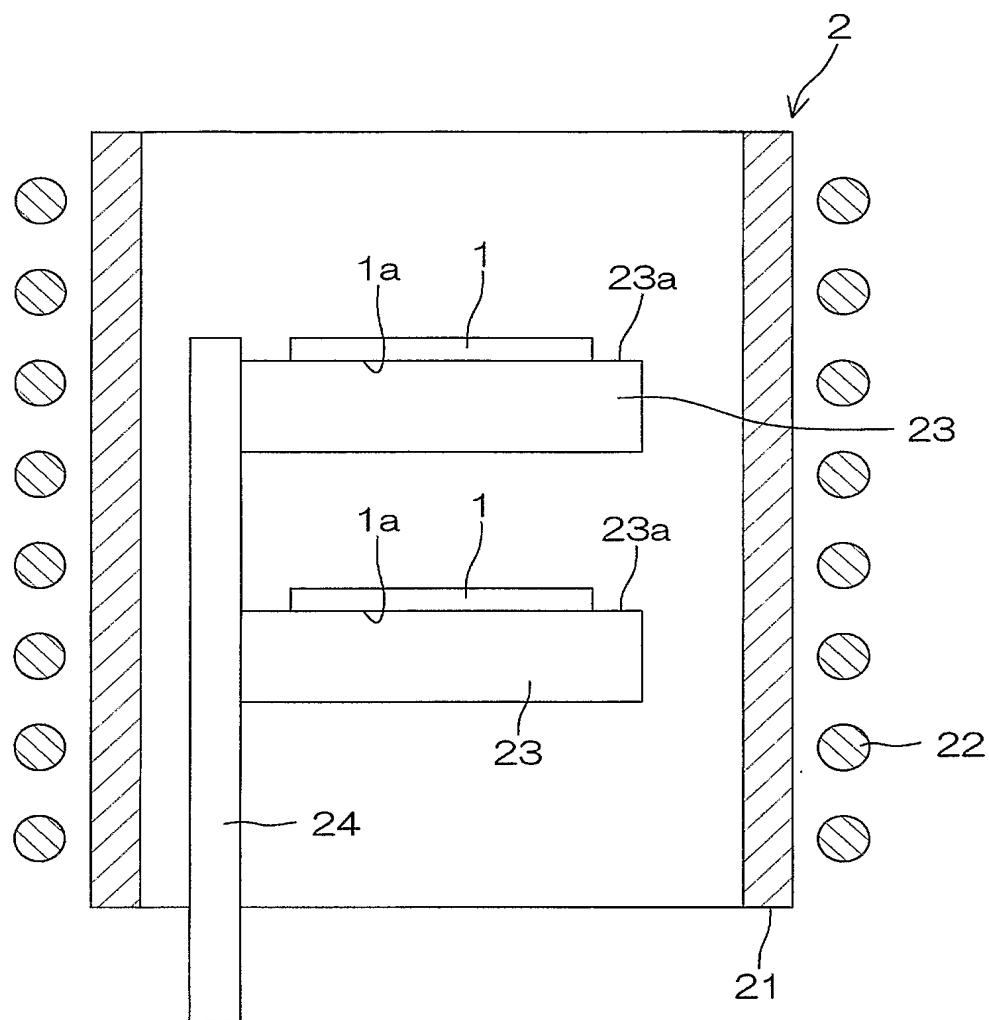
【書類名】 図面  
【図 1】



【図2】



【図3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】アニールによるSiC半導体基板の表面荒れを防止する。

【解決手段】サセプタ23に保持（載置）されたSiC半導体基板1上に、カーボン製のC発熱部材3が配置される。そして、石英チューブ21内に窒素ガスまたはアルゴンガスなどの不活性ガスが導入されるとともに、高周波誘導加熱用コイル22に高周波電力が供給されて、サセプタ23およびC発熱部材3が高温に発熱することにより、不活性ガス雰囲気下または真空下で複数のSiC半導体基板1に対するアニールが行われる。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号

[000116024]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所  
氏 名

1990年 8月22日

新規登録

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地  
ローム株式会社